

## **Metode uji standar untuk pengukuran sifat *extreme pressure* gemuk lumas (metode *Four-Ball*)**

***Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method)***

(ASTM D2596–14, IDT)





© ASTM – All rights reserved

© BSN 2016 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta





*"This Standard is identical to **ASTM D2596–14, Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method)**, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken PA 19428 USA. Reprinted by permission of ASTM International."*

*ASTM International has authorized the distribution of this translation of **SNI 8344:2016**, but recognizes that the translation has gone through a limited review process. ASTM neither represents nor warrants that the translation is technically or linguistically accurate. Only the English edition as published and copyrighted by ASTM shall be considered the official version. Reproduction of this translation, without ASTM's written permission is strictly forbidden under U.S. and international copyright laws.*



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi .....	2
4 Ringkasan metode uji .....	5
5 Arti dan kegunaan.....	5
6 Peralatan .....	6
7 Bahan .....	7
8 Persiapan peralatan.....	8
9 Prosedur .....	8
10 Perhitungan dan pelaporan .....	11
11 Presisi dan bias .....	13
12 Kata kunci.....	15
Ringkasan perubahan.....	15



## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Metode uji standar untuk pengukuran sifat extreme pressure gemuk lumas (metode Four-Ball)* merupakan SNI baru. SNI ini merupakan adopsi identik dari ASTM D2596–14, *Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method)*, dengan metode terjemahan.

Tujuan penyusunan SNI metode uji ini adalah untuk memudahkan pengguna dalam memahami metode uji sehingga dapat menerapkannya dengan baik dan benar.

Untuk tujuan ini telah dilakukan perubahan editorial yaitu tanda titik telah diganti dengan tanda koma dan sebaliknya untuk penulisan bilangan.

SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam:

- a) Pedoman Standardisasi Nasional PSN 03.1:2007, Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya, Bagian 1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI (ISO/IEC Guide 21-1:2005, *Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables – Part 1: Adoption of International Standards, MOD*).
- b) Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007, Penulisan SNI.
- c) Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 10:2012, Adopsi Standar American Society for Testing and Material menjadi Standar Nasional Indonesia.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 75-02 Produk Minyak Bumi, Gas Bumi dan Pelumas dan telah dibahas dalam rapat konsensus lingkup Komite Teknis di Jakarta pada tanggal 11 Desember 2015 yang dihadiri oleh wakil dari produsen, konsumen, tenaga ahli, asosiasi dan peneliti serta instansi teknis terkait lainnya.







## Metode uji standar untuk pengukuran sifat *extreme pressure* gemuk lumas (metode *Four-Ball*)<sup>1</sup>

## Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method)<sup>1</sup>

### 1 Ruang lingkup\*

1.1 Metode uji ini mencakup penentuan kemampuan menahan beban dari gemuk lumas. Ada tiga penentuan yang digunakan:

1.1.1. *Load-Wear Index* (sebelumnya disebut *Mean-Hertz Load*), dan

1.1.2. Titik las, dengan menggunakan alat *Four-Ball Extreme-Pressure* (EP)

1.1.3 *Last nonseizure load* (LNSL)

1.2 Nilai-nilai dinyatakan dalam satuan SI yang disetujui sebagai standar. Angka dalam tanda kurung hanya sebagai informasi.

1.3 Standar ini tidak mencakup semua hal mengenai keselamatan yang terkait dengan penggunaannya. Menjadi tanggung jawab pengguna standar ini untuk mengadakan latihan keselamatan dan kesehatan kerja yang tepat dan memastikan penerapan batas-batas peraturan sebelum digunakan.

### 2 Acuan normatif

#### 2.1 *American National Standard*:<sup>2</sup>

B3.12, *Metal Balls*

<sup>1</sup> Metode uji ini di bawah yurisdiksi Komite ASTM D02 pada produk petroleum dan pelumas dan di bawah tanggung jawab langsung Sub-komite D02.G Gemuk Lumas.

Edisi saat ini disetujui pada 1 Oktober 2014. Diterbitkan pada Pebruari 2015. Aslinya disetujui pada 1967. Edisi sebelumnya disetujui 2010 sebagai D2596-10<sup>e1</sup>. DOI:10.1520/D2596-14.

\* Ringkasan Perubahan diberikan pada akhir standar ini

<sup>2</sup> Tersedia di American National Standards Institute (ANSI), 25 West 43rd Street, 4<sup>th</sup> Floor, New York, NY 10036. <http://www.ansi.org>.

### 1 Scope\*

1.1 This test method covers the determination of the load-carrying properties of lubricating greases. Three determinations are made:

1.1.1 Load-Wear Index (formerly called Mean-Hertz Load), and

1.1.2 Weld Point, by means of the Four-Ball Extreme-Pressure (EP) Tester.

1.1.3 Last nonseizure load (LNSL)

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values in parentheses are for information only.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

### 2 Referenced documents

#### 2.1 *American National Standard*:<sup>2</sup>

B3.12, *Metal Balls*

<sup>1</sup> This method is under the jurisdiction of ASTM Committee D02 on Petroleum Products and Lubricants and is the direct responsibility of Subcommittee D02.G on Lubricating Grease.

Current edition approved Oct. 1, 2014. Published February 2015. Originally approved in 1967. Last previous edition approved in 2010 as D2596-10<sup>e1</sup>. DOI:10.1520/D2596-14.

\* A Summary of Changes section appears at the end of this standard

<sup>2</sup> Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 West 43rd Street, 4<sup>th</sup> Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.



### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1 Definisi:

##### 3.1.1

##### **garis kompensasi**

sebuah garis yang diplot pada kertas logaritma dimana koordinatnya adalah *scar diameter* dalam milimeter dan aplikasi beban dalam kilogram-force (atau Newton) yang diperoleh dalam kondisi dinamis.

3.1.1.1 *Diskusi* – Ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai Garis ABE.

##### 3.1.2

##### **scar diameter kompensasi**

diameter rata-rata, dalam milimeter, dari *wear scar* pada bola stasioner yang disebabkan oleh bola yang berputar pada aplikasi beban tertentu dalam kondisi adanya pelumas, tetapi tanpa menyebabkan *seizure* atau *welding*.

##### 3.1.3

##### **beban terkoreksi**

beban dalam kilograms-force (atau Newton) yang diperoleh dengan mengalikan beban terapan dengan rasio Hertz *scar diameter* terhadap *scar diameter* terukur pada beban tersebut.

3.1.3.1 *Diskusi* – Dalam metode uji ini, beban terkoreksi dihitung pada setiap penambahan beban.

##### 3.1.4

##### **garis hertz**

sebuah garis yang diplot pada kertas log-log dimana koordinatnya adalah *scar diameter* dalam milimeter dan aplikasi beban dalam kilogram-force (atau Newton) yang diperoleh dalam kondisi statis.

3.1.4.1 *Diskusi* – Ditunjukkan dalam Gambar 1 sebagai *garis Hertz*.

##### 3.1.5

##### **scar diameter hertz**

diameter rata-rata, dalam milimeter, sebuah lekukan yang disebabkan oleh perubahan bentuk dari bola dengan beban statis (sebelum pengujian). Dapat dihitung

### 3 Terminology

#### 3.1 Definitions:

##### 3.1.1

##### **compensation line**

a line of plot on log-log paper where the coordinates are *scar diameter* in millimetres and applied load in kilograms-force (or Newtons) obtained under dynamic conditions.

3.1.1.1 *Discussion*—Shown in Fig. 1 as line ABE.

##### 3.1.2

##### **compensation scar diameter**

the average diameter, in millimetres, of the wear scar on the stationary balls caused by the rotating ball under an applied load in the presence of a lubricant, but without causing either seizure or welding.

##### 3.1.3

##### **corrected load**

the load in kilograms-force (or Newtons) obtained by multiplying the applied load by the ratio of the Hertz *scar diameter* to the measured *scar diameter* at that load.

3.1.3.1 *Discussion*—In this test method, the corrected load is calculated for each run.

##### 3.1.4

##### **hertz line**

a line of plot on log-log paper where the coordinates are *scar diameter* in millimetres and applied load in kilograms-force (or Newtons) obtained under static conditions.

3.1.4.1 *Discussion*—Shown in Fig. 1 as a *hertz line*.

##### 3.1.5

##### **hertz scar diameter**

the average diameter, in millimetres, of an indentation caused by the deformation of the balls under static load (prior to test). It may be calculated from the equation:



dengan persamaan :

$$D_h = 8,73 \times 10^{-2} (P)^{1/3} \quad (1)$$

$$D_h = 8,73 \times 10^{-2} (P)^{1/3} \quad (1)$$

keterangan :

$D_h$  = diameter Hertz dari area kontak, mm  
 $P$  = aplikasi beban statis, kilogram-force.

where:

$D_h$  = the Hertz diameter of the contact area in millimeters, and  
 $P$  = the static applied load in kilograms-force.

### 3.1.6

#### bagian *immediate seizure*

bagian dari kurva *scarload* yang ditandai dengan *seizure* atau *welding* pada saat *start-up* atau dengan *wear scars* yang besar.

3.1.6.1 Diskusi – Dalam kondisi metode uji ini, bagian *immediate seizure* ditunjukkan oleh garis CD. Juga, belokan awal dari jarum penunjuk pada peralatan pengukur-gesekan tambahan, lebih besar dari pada beban *nonseizure*.

### 3.1.6

#### immediate seizure region

that region of the *scarload* curve characterized by seizure or welding at the startup or by large wear scars.

3.1.6.1 Discussion—Under conditions of this test method, the immediate seizure region is shown by line CD. Also, initial deflection of indicating pen on the optional friction-measuring device is larger than with nonseizure loads.

### 3.1.7

#### bagian *incipient seizure* atau *initial seizure*

bagian yang mengalami kerusakan lapisan pelumas sementara pada aplikasi beban tertentu.

3.1.7.1 Diskusi – Kerusakan ini ditandai dengan perubahan ukuran *scar diameter* yang meningkat secara mendadak, ditunjukkan dalam Gambar 1 sebagai garis BC, dan belokan sementara jarum penunjuk dari peralatan pengukur-gesekan tambahan.

### 3.1.7

#### *incipient seizure* or *initial seizure region*

that region at which, with an applied load, there is a momentary breakdown of the lubricating film

3.1.7.1 Discussion—This breakdown is noted by a sudden increase in the measured scar diameter, shown in Fig. 1 as line BC, and a momentary deflection of the indicating pen of the optional friction-measuring device.

### 3.1.8

#### *last nonseizure load*

beban terakhir saat *scar diameter* terukur tidak lebih dari 5% di atas nilai kompensasi pada beban tersebut.

3.1.8.1 Diskusi – Ditunjukkan dalam Gambar. 1 sebagai titik B.

### 3.1.8

#### *last nonseizure load*

the last load at which the measured scar diameter is not more than 5% greater than the compensation value at that load.

3.1.8.1 Discussion—Shown in Fig. 1 as Point B.

### 3.1.9

#### indeks *load-wear* (atau sifat *load-carrying property of a lubricant*)

indeks kemampuan dari pelumas untuk mengurangi keausan pada aplikasi beban tertentu.

3.1.9.1 Diskusi – Dalam kondisi pengujian

### 3.1.9

#### load-wear index (or the *load-carrying property of a lubricant*)

an index of the ability of a lubricant to minimize wear at applied loads.

3.1.9.1 Discussion—Under the conditions of



ini, pembebanan khusus dalam kilogram-force (Newton) yang mempunyai interval sekitar 0,1 unit logaritmik, diaplikasikan pada tiga bola stasioner untuk sepuluh kali pengujian sebelum *welding*. Indeks *load-wear* adalah rata-rata beban terkoreksi yang ditetapkan untuk sepuluh kali aplikasi beban sebelum titik las.

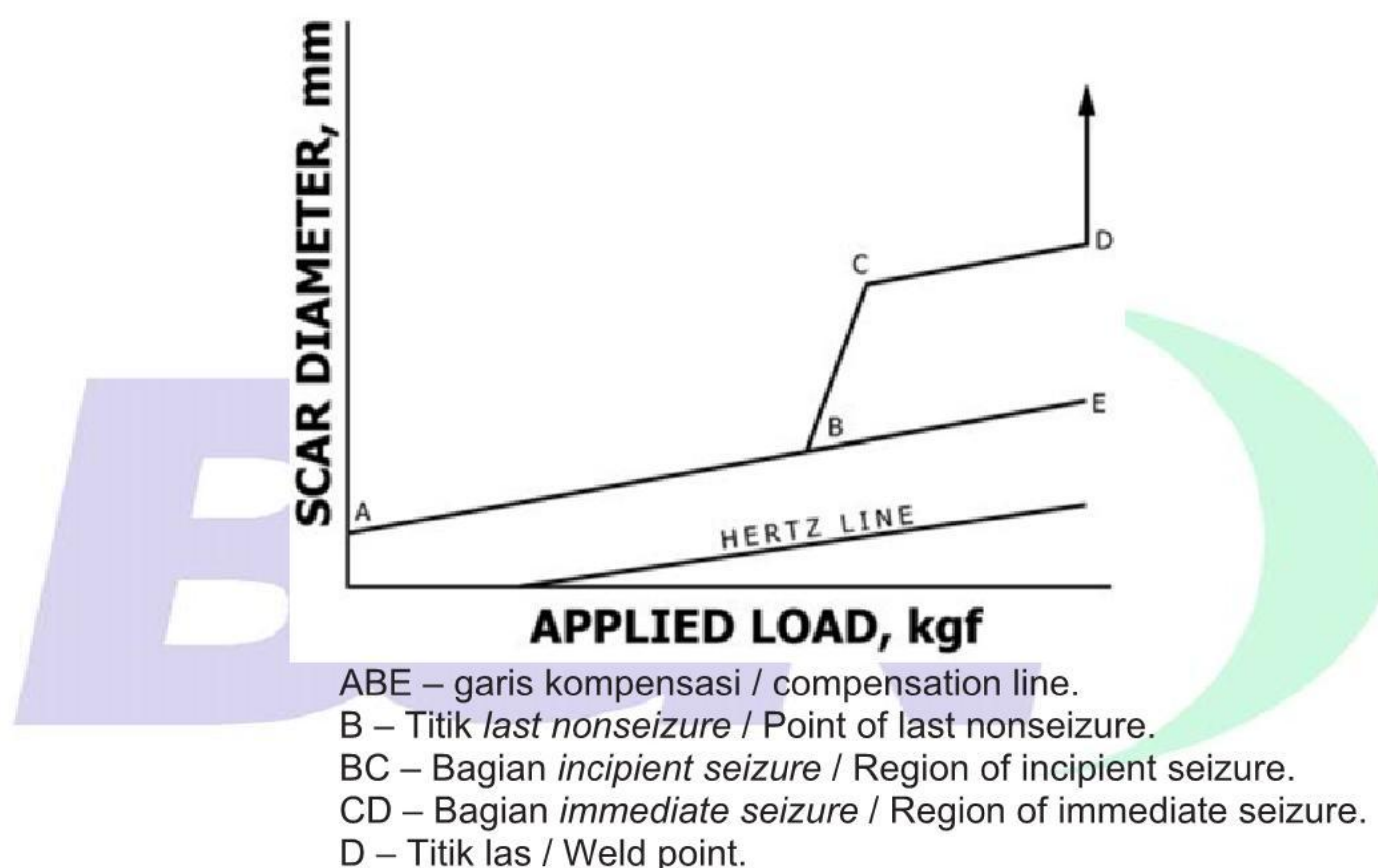
### 3.1.10 titik las

aplikasi beban terendah dimana terjadi kerusakan permukaan gesek dan kemudian terjadi pengelasan.

this test, specific loadings in kilograms-force (or Newtons) having intervals of approximately 0,1 logarithmic units, are applied to the three stationary balls for ten runs prior to welding. The load wear index is the average of the corrected loads determined for the ten applied loads immediately preceding the weld point.

### 3.1.10 weld point

the lowest applied load at which sliding surfaces seize and then weld.



**Gambar 1 - Skema grafik *scar diameter* dengan beban terpasang**  
**FIG.1 - Schematic plot of scar diameter versus applied load**

3.1.10.1 Diskusi – Dalam kondisi pengujian ini, aplikasi beban terendah dalam kilogram-force (atau Newton) dimana bola yang berputar mengalami kerusakan dan terjadi pengelasan dengan ketiga bola stasioner, menunjukkan batas tekanan ekstrim gemuk lumas telah terlampaui. Lihat Gambar. 1, Titik D.

3.1.10.1 Discussion—Under the conditions of this test, the lowest applied load in kilograms-force (or Newtons) at which the rotating ball seizes and then welds to the three stationary balls, indicating the extreme-pressure level of the lubricating grease has been exceeded. See Fig. 1, Point D.

3.1.10.2 Diskusi – Beberapa gemuk lumas tidak memberikan *welding* yang nyata dan *scoring* yang ekstrim dari ketiga bola stasioner. Dalam hal demikian, aplikasi beban yang menghasilkan *scar diameter* maksimum 4 mm dilaporkan sebagai titik las.

3.1.10.2 Discussion—Some lubricating greases do not allow true welding, and extreme scoring of the three stationary balls results. In such cases, the applied load which produces a maximum scar diameter of 4 mm is reported as the weld point.



## 4 Ringkasan metode uji

4.1 Alat uji dioperasikan dengan sebuah bola baja yang diberi beban dan berputar terhadap tiga bola baja yang dijaga stasioner dalam sebuah wadah. Kecepatan putaran adalah  $(1\ 770 \pm 60)$  rpm. Gemuk lumas dikondisikan pada  $(27 \pm 8) ^\circ\text{C}$  ( $(80 \pm 15) ^\circ\text{F}$ ) dan kemudian dilakukan satu seri pengujian dengan waktu 10 detik pada setiap kenaikan beban sampai terjadi *welding*.

## 5 Arti dan kegunaan

5.1 Metode uji ini digunakan untuk tujuan spesifikasi, membedakan antara gemuk lumas yang mempunyai sifat tekanan ekstrim rendah, menengah dan tinggi. Hasil pengujian tidak berkorelasi secara langsung dengan hasil di lapangan.<sup>3</sup>

5.2 Perlu dicatat, metode uji ini tidak dapat digunakan untuk gemuk lumas yang komponen fluidanya silikon, silikon-halogen atau campuran fluida silikon dan minyak petroleum.

<sup>3</sup> Rincian lebih lanjut tentang metode ini dapat dilihat pada: Sayles, F. S., et al, *National Lubricating Grease Institute Spokesman*, Vol 32, No. 5, August 1968, pp. 162–167.

## 4 Summary of test method

4.1 The tester is operated with one steel ball under load rotating against three steel balls held stationary in the form of a cradle. The rotating speed is  $(1\ 770 \pm 60)$  rpm. Lubricating greases are brought to  $(27 \pm 8) ^\circ\text{C}$  ( $(80 \pm 15) ^\circ\text{F}$ ) and then subjected to a series of tests of 10-s duration at increasing loads until welding occurs.

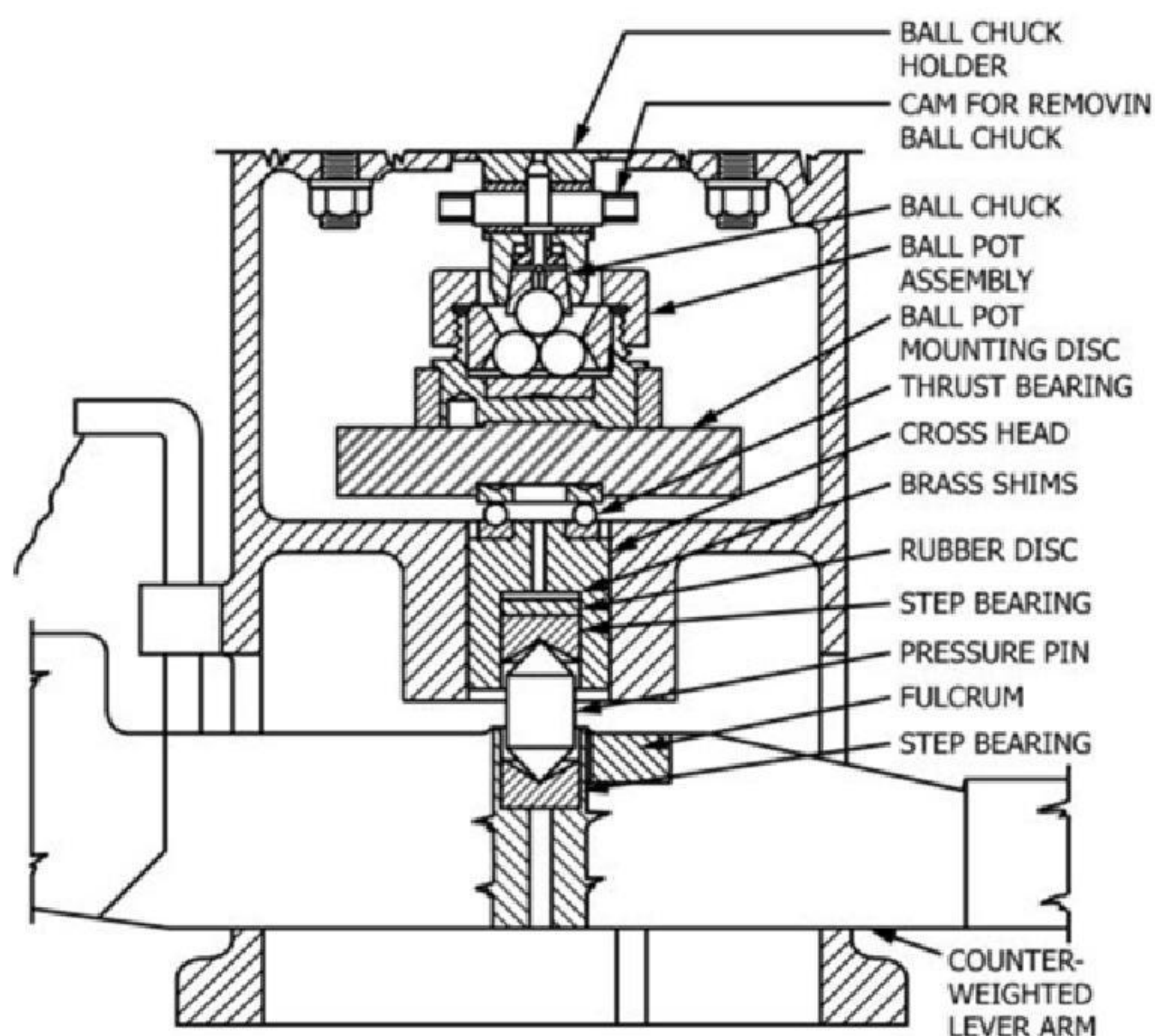
## 5 Significance and use

5.1 This test method, used for specification purposes, differentiates between lubricating greases having low, medium, and high level of extreme-pressure properties. The results do not necessarily correlate with results from service.<sup>3</sup>

5.2 It is noted that lubricating greases that have as their fluid component a silicone, halogenated silicone, or a mixture comprising silicone fluid and petroleum oil, are not applicable to this method of test.

<sup>3</sup> Further details on this method may be found in: Sayles, F. S., et al, *National Lubricating Grease Institute Spokesman*, Vol 32, No. 5, August 1968, pp. 162–167.





**Gambar 2 – Penampang uji Four-Ball EP**  
**FIG. 2 – Sectional view of Four-Ball EP tester**

## 6 Peralatan

6.1 Alat uji tekanan ekstrim pelumas metode *Four-Ball*<sup>4</sup>, ditunjukkan dalam Gambar 2.

**CATATAN 1** Penting untuk membedakan alat uji tekanan ekstrim metode *Four-Ball* dan alat uji keausan metode *four-ball*. alat uji keausan metode *Four-Ball* dapat digunakan dengan kondisi pengujian yang bervariasi dengan beban sampai 490 N (50 kgf). Alat uji tekanan ekstrim metode *Four-Ball* dirancang untuk pengujian dalam kondisi lebih berat dan kurang mempunyai sensitivitas seperti yang diperlukan untuk alat uji keausan metode *Four-Ball*.

6.2 Mikroskop<sup>4</sup>, dilengkapi dengan skala pengukur terkalibrasi dan dapat membaca dengan akurasi 0,01 mm.

6.3 *Timer*, dengan pembagian skala 1/10 detik.

**CATATAN 2** Perlengkapan tambahan pada peralatan *Four-Ball*, terdiri dari peralatan pengukur gesekan dengan penggerak listrik dan pembagian skala dengan tanda 10 detik.

## 6 Apparatus

6.1 Four-Ball extreme-pressure lubricant tester<sup>4</sup>, illustrated in Fig. 2.

**NOTE 1** It is important to distinguish between the Four-Ball EP Tester and the Four-Ball Wear Tester. The Four-Ball Wear Tester can be used under a variety of test conditions at loads up to 490 N (50 kgf). The Four-Ball EP Tester is designed for testing under more severe conditions and lacks the sensitivity necessary for the Four-Ball Wear Test.

6.2 *Microscope*<sup>4</sup>, equipped with calibrated measuring scale and readable to an accuracy of 0,01 mm.

6.3 *Timer*, graduated in tenths of a second.

**NOTE 2** Optional equipment with Four-Ball apparatus consists of a friction-measuring device electrically driven and conveniently graduated in 10-s markings.



## 7 Bahan

7.1 Larutan pencuci – Untuk mempersiapkan bola dan peralatan uji, pelarut harus mampu menghilangkan logam yang menempel pada bola, menghilangkan efek akumulasi dari satu tes ke tes berikutnya. Larutan pencuci yang dipilih harus *non-film-forming* dan tidak memberikan kontribusi pada *wear* dan tidak memiliki sifat *antiwear* dari pelumas (Contoh pelarut terklorinasi tidak boleh digunakan).

7.1.1 Pelarut *Stoddard* atau *mineral spirits*, kelas pereaksi – (**Peringatan**—Mudah terbakar. Bahaya kesehatan)

7.1.2 n-heptane<sup>5</sup> ASTM – (**Peringatan** — Mudah menyala. Bahaya Kesehatan.)

7.2 Bola Uji<sup>6</sup> – Bola uji harus baja campuran krom, terbuat dari baja standar AISI No. E-52100, dengan diameter 12,7 mm (0,5 inci), Kelas 25 EP (*Extra Polish*). Bola tersebut diuraikan dalam Spesifikasi ANSI B 3 untuk Bola Logam. *Extra-Polish* tidak diuraikan dalam spesifikasi tersebut. Kekerasan *Rockwell C*, harus 64 sampai 66, merupakan batas yang lebih ketat daripada yang dipersyaratkan dalam ANSI.

## 7 Materials

7.1 Cleaning fluids—For preparing balls and apparatus for the test should be those capable of removing metal preservative coating from the balls, eliminating carryover effects from one test to the next. The cleaning fluid selected should be non-film-forming and not contribute to wear or antiwear properties of the test lubricant (for example, chlorinated solvents should not be used).

7.1.1 Stoddard Solvent or Mineral Spirits, Reagent Grade—(**Warning**—Combustible. Health hazard.)

7.1.2 ASTM n-heptane<sup>5</sup>—(**Warning**—Flammable. Health hazard.)

7.2 Test Balls<sup>6</sup>—Test balls shall be chrome alloy steel, made from AISI standard steel No. E-52100, with diameter of 12,7 mm (0,5 in.), Grade 25 EP (*Extra Polish*). Such balls are described in ANSI Specifications B.3.12, for Metal Balls. The Extra-Polish finish is not described in that specification. The Rockwell C hardness shall be 64 to 66, a closer limit than is found in the ANSI requirement.

<sup>4</sup> Sumber tunggal pemasok peralatan (microscopes 103.10 A and 103. 10 B) yang diketahui oleh Komite saat ini adalah Falex Corporation, 1020 Airpark Dr., Sugar Grove, IL, 60554-9585. Jika anda tahu penyedia peralatan yang lain, silakan memberikan informasi kepada Kantor Pusat ASTM Internasional. Komentar anda akan diterima dengan pertimbangan yang hati-hati pada pertemuan pertanggungjawaban *technical committee*<sup>1</sup>, dimana anda dapat menghadiri.

<sup>5</sup> Diuraikan pada *the Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.04, *Motor Fuels*, Section I, Annex 2, Section A2.7, *Reference Materials*.

<sup>6</sup> Bola baja yang dijelaskan disini digunakan untuk mengembangkan ketepatan tes. Bola ini tersedia di distributor *ball bearing* atau produsen peralatan laboratorium. Semua bola yang digunakan dalam satu tes, harus diambil dari karton yang sama (500 bola) yang diterima dari supplier.

<sup>4</sup> The sole source of supply of the apparatus (microscopes 103.10 A and 103. 10 B) known to committee at this time is Falex Corporation, 1020 Airpark Dr., Sugar Grove, IL, 60554-9585. If you are aware of alternative suppliers, please provide this information to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee,<sup>1</sup> which you may attend.

<sup>5</sup> Described in the *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 05.04, *Motor Fuels*, Section I, Annex 2, Section A2.7, *Reference Materials*.

<sup>6</sup> Steel balls meeting this description were used in developing the precision of the test. They are available from ball bearing or laboratory equipment manufacturers and distributors. All balls used in one test should be taken from one carton (of 500 balls) as received from the supplier.



## 8 Persiapan peralatan

8.1 Bersihkan secara menyeluruh empat buah bola uji baru, *ball pot*, dan rangkaian *chuck*, pertama cuci dengan pelarut Stoddard (**Peringatan** – Lihat Subpasal 7.1) dan kemudian dengan *n*-heptana ASTM (**Peringatan** – Lihat Subpasal 7.2), dan biarkan kering di udara.

8.2 Jangan menggunakan pelarut seperti karbon tetraklorida atau pelarut lain yang mempunyai sifat tekanan ekstrim yang bisa mempengaruhi hasil.

8.3 Turunkan *crosshead* dengan menaikkan lengan tuas. Kunci lengan tuas pada posisi dinaikkan dengan alat pengunci yang disiapkan untuk tujuan tersebut.

## 9 Prosedur

9.1 Kondisi suhu pelumas yang akan di uji  $(27 \pm 8) ^\circ\text{C}$  ( $(80 \pm 15) ^\circ\text{F}$ ).

9.2 Isi penuh *ball pot* dengan gemuk lumas yang akan diuji, hindarkan masuknya kantung udara. Masukkan tiga bola baja uji dalam gemuk. Letakkan *lock ring* dengan hati-hati di atas ketiga bola dan putar mur-pengunci ke bawah sampai mengunci (Subpasal 7.2). Kikis kelebihan gemuk yang terdorong ke atas mur-pengunci.

**CATATAN 3** Penelitian independen yang dilaporkan pada tahun 1971 oleh beberapa laboratorium menunjukkan bahwa *repeatability* pengujian optimum dicapai bila gaya pada penguncian mur dijaga dalam rentang  $(50 \pm 5)$  ft.lbf ( $(68 \pm 7)$  N.m), memakai dan diukur dengan kunci torsi. Titik las yang lebih rendah diperoleh jika gaya yang diaplikasikan sekitar 100 ft.lbf (136 N.m).

9.3 Tekan satu bola ke dalam *ball chuck* dan pasang *chuck* dalam *chuckholder*.

9.4 Periksa *chuck ball* dengan hati-hati sebelum melakukan setiap pengujian. *Chuck* akan mengalami keausan dan kerusakan secara kontinyu, dan harus diganti apabila sudah tidak pas dalam *ball chuck holder* dan tidak cukup kuat untuk menyokong beratnya, atau bila kedudukan

## 8 Preparation of apparatus

8.1 Thoroughly clean four new test balls, ball pot, and chuck assemblies by first washing with Stoddard solvent (**Warning**—See 7.1) and then ASTM *n*-heptane (**Warning**—See 7.2), and allow to air dry.

8.2 Do not use solvents such as carbon tetrachloride or other solvents that may inherently possess extreme pressure properties which may affect the results.

8.3 Lower the crosshead by raising the lever arm. Lock the lever arm in the raised position by means of a locking arrangement for that purpose.

## 9 Procedure

9.1 Bring lubricant to be tested to  $(27 \pm 8) ^\circ\text{C}$  ( $(80 \pm 15) ^\circ\text{F}$ ).

9.2 Completely fill the ball pot with the lubricating grease to be tested, avoiding the inclusion of air pockets. Imbed the three steel test balls in the grease. Place the lock ring carefully over the three balls and screw down the lock nut securely (7.2). Scrape off the excess grease pushed onto the lock nut.

**NOTE 3** Subsequent independent investigations reported in 1971 by several laboratories indicate that optimum test repeatability is obtained when the force on the lock-down nut is maintained within the range  $(50 \pm 5)$  ft.lbf ( $(68 \pm 7)$  N.m), applied and measured by means of a torque wrench. Significantly lower weld points were obtained when the force applied was approximately 100 ft.lbf (136 N.m).

9.3 Press one ball into the ball chuck and mount the chuck into chuckholder.

9.4 Examine the ball chuck carefully before each run. The chuck is continually subjected to wear and seizure and should be replaced when it will not fit into the ball chuck-holder tight enough to support its own weight, or if the ball seat shows signs of seizure.



bola menunjukkan *seizure*.

9.5 Pasang rangkaian *ball pot* dalam peralatan uji agar kontak dengan bola keempat. Letakkan *mounting disk* diantara *ball pot* dan *thrust bearing*.

9.6 Letakkan piring-beban dan beban pada lengan-horizontal dengan posisi yang benar untuk beban uji dasar yaitu 784 N (80 kgf). Lepaskan lengan-tuas dan dengan hati-hati berikan beban uji (Catatan 4) pada bola, pastikan susunan *ball pot* dan *mounting disk* berada ditengah-tengah. Bila digunakan peralatan pengukur gesekan tambahan, hubungkan lengan-tuas terkalibrasi pada *ball pot* dengan pegas indikator menggunakan penjepit dan kawat, tempatkan penjepit dan penyangga indikator pada angka yang sesuai dengan aplikasi beban.

**CATATAN 4** Pemberian beban dengan kejutan harus dihindari karena bisa merusak bentuk bola dengan permanen.

9.7 Nyalakan motor dan jalankan untuk waktu  $(10 \pm 0,2)$  detik. Waktu yang diperlukan peralatan sampai berhenti berputar dapat diabaikan.

9.8 Lepaskan beban dari bola dengan menaikkan lengan-tuas dan kunci pada posisinya. Bila peralatan pengukur gesekan digunakan, lepaskan penjepit dan kawat. Lepaskan rangkaian *ball pot*, lepaskan *chuck* dan keluarkan bolanya.

9.9 Ukur *scar diameter* bola uji sebagai berikut :

9.9.1 Cara A – Lepaskan mur-pengunci dan keluarkan semua bola uji. Bersihkan bola dengan pelarut Stoddard, kemudian *n*-heptana, dan lap sampai kering dengan kain lembut. Tempatkan salah satu bola pada *holder* yang sesuai dan ukur *scar diameter* menggunakan mikroskop, dengan ketelitian 0,01 mm secara horizontal dan vertikal pada gerigi permukaan *scar* salah satu bola dari ketiga bola uji.

9.9.2 Cara B – Biarkan bola-bola tersebut dalam *ball pot*. Lap kelebihan gemuk dari bola dan *ball pot*. Cuci permukaan bola

9.5 Install the ball pot assembly on the test apparatus in contact with the fourth ball. Place the mounting disk between ball pot and thrust bearing.

9.6 Place the weight tray and weights on the horizontal arm in the correct notch for a base test load of 784 N (80 kgf). Release the lever arm and gently apply (Note 4) the test load to the balls, making certain the ball pot assembly and mounting disk are centered. If the optional friction-measuring device is used, connect the calibrated arm on the ball pot to the indicator spring by means of the clip and wire, placing clip and indicator support over the numbers which correspond to the applied load.

**NOTE 4** Shock-loading should be avoided as it may deform the balls permanently.

9.7 Start the motor and run for  $(10 \pm 0,2)$  s. The time for the apparatus to "coast" to a stop is not considered.

9.8 Remove the load from the balls by raising the lever arm and locking it in raised position. If the friction-measuring device is used, remove clip and wire. Remove the ball pot assembly; remove the chuck and discard the ball.

9.9 Measure the scar diameter of test balls as follows:

9.9.1 Option A—Remove the lock nut and release the test balls. Clean the balls with Stoddard solvent and then *n*-heptane, and wipe dry with soft cloth. Place the individual balls on a suitable holder and by means of a microscope, measure to the nearest 0,01 mm the scar diameters both parallel (horizontal) and normal (vertical) to the striations in the scar surface of one of the three test balls.

9.9.2 Option B—Retain the balls in the ball pot. Wipe excess grease from the balls and ball pot. Wash the ball surfaces with



dengan pelarut Stoddard dan kemudian *n*-heptana. Ukur scar diameter menggunakan mikroskop, dengan ketelitian 0,01 mm secara horizontal dan vertikal pada gerigi permukaan scar salah satu bola dari ketiga bola uji. Pengukuran *scar diameter* dengan mikroskop terhadap ketiga bola dibandingkan dengan satu bola seperti yang diuraikan dalam Cara A atau B dapat dilakukan, jika diperlukan.

9.10 Catat (Tabel 1, Kolom 2) rata-rata *scar diameter* untuk beban 784 N (80 kgf) dengan salah satu dari ketiga cara yang diuraikan pada Subpasal 9.9. Bandingkan rata-rata *scar diameter* ini (Tabel 1, Kolom 3). Buang bola-bola tersebut. Bila *scar diameter* rata-rata tidak lebih dari 5 % dari *scar diameter* kompensasi, ulangi pengujian dengan beban yang lebih tinggi berikutnya (Tabel 1, Kolom 1), dan bandingkan lagi *scar diameter*. Lanjutkan prosedur ini sampai *last nonseizure load* ditetapkan.

9.11 Bila *scar diameter* terukur untuk beban 784 N (80 kgf) lebih dari 5 % dari *scar diameter* kompensasi, pengujian selanjutnya dilakukan pada beban yang lebih rendah berikutnya (Tabel 1, Kolom 1). Lanjutkan prosedur ini sampai *last nonseizure load* ditetapkan.

**CATATAN 5** Bila digunakan peralatan pengukur gesekan tambahan, *last nonseizure load* terdeteksi dengan gerakan melintang bertahap dari jarum indikator.

9.12 Buat pengujian tambahan pada beban uji yang lebih tinggi secara berurutan (Tabel 1, Kolom 1), catat *scar diameter* (s) dan buang bola uji, sampai terjadi *welding*. Buat uji pemeriksaan pada titik ini. Bila *welding* tidak terjadi pada uji pemeriksaan, ulangi pengujian dengan beban yang lebih tinggi berikutnya sampai terjadi *welding*.

9.13 Segera matikan motor untuk mencegah kerusakan alat uji. Keausan atau kerusakan yang berlebihan dari bola dan *ball chuck* bisa terjadi jika peringatan tersebut tidak dipatuhi. *Welding* dapat dideteksi dengan indikasi berikut :

1. Bila digunakan peralatan pengukur gesekan, jarum indikator bergerak melintang dengan tajam.

Stoddard solvent and then *n*-heptane. Using a microscope, measure to the nearest 0,01 mm the scar diameters both parallel (horizontal) and normal (vertical) to the striations in the scar surface of one of the three test balls. Measurement by microscope of the scar diameters on all three balls rather than one ball as outlined in Options A or B may be made if the operator so desires.

9.10 Record (Table 1, Column 2) for the 784 N (80 kgf) load the average scar diameter by any one of the three techniques described in 9.9. Compare this average scar diameter (Table 1, Column 3). Discard the balls. If the average scar diameter is not more than 5 % from the compensation scar diameter, repeat the test at the next higher load (Table 1, column 1), and again compare scar diameters. Continue this procedure until the last nonseizure load is determined.

9.11 If the measured scar diameter for the 784 N (80 kgf) load is more than 5 % from the compensation scar diameter, the next run is made at the next lower load (Table 1, Column 1). Continue this procedure until the last nonseizure load is determined.

**NOTE 5** When the optional friction-measuring device is used, the last nonseizure load is detected by a gradual transverse movement of the indicating pen.

9.12 Make additional runs at consecutively higher test loads (Table 1, Column 1), recording the measured scar diameter(s) and discarding test balls, until welding occurs. Make a check run at this point. If welding does not occur on the check run, then repeat the test at the next higher load until welding is verified.

9.13 Shut off the motor immediately to prevent damage to the tester. Excessive wear or seizure of the ball and ball chuck may result if caution is not observed. Welding may be detected by any or all of the following:

- (1) If friction-measuring device is used, a sharp transverse movement of the indicating pen.



- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 2. Peningkatan bunyi motor.           | (2) Increased noise level of motor. |
| 3. Timbul asap dari <i>ball pot</i> . | (3) Smoking from the ball pot.      |
| 4. Lengan-tuas turun dengan mendadak. | (4) A sudden drop in the lever arm. |

**Tabel 1 - Formulir yang disarankan untuk mencatat hasil uji**  
**Table 1 - Suggested form for recording test results**

Column 1 Applied Load, kgf <sup>A</sup> (L)	Column 2 Scar Diameter Ball 1, mm	Column 3 Scar Diameter Ball 2, mm	Column 4 Scar Diameter Ball 3, mm	Column 5 Scar Diameter, mm( $\bar{X}$ )	Column 6 Compensation Scar Diameter, mm	Column 7 Compensation Scar Diameter, +5 % mm	Column 8 LDn Factor	Column 9 Corrected Load, kgf LDn/ $\bar{X}$
6	...	...	...	...	...	...	0,95	...
8	...	...	...	...	...	...	1,40	...
10	...	...	...	...	...	...	1,88	...
13	...	...	...	...	0,21	0,22	2,67	...
16	...	...	...	...	0,23	0,24	3,52	...
20	...	...	...	...	0,25	0,26	4,74	...
24	...	...	...	...	0,26	0,27	6,05	...
32	...	...	...	...	0,29	0,30	8,87	...
40	...	...	...	...	0,31	0,33	11,96	...
50	...	...	...	...	0,34	0,36	16,10	...
63	...	...	...	...	0,37	0,39	21,86	...
80	...	...	...	...	0,40	0,42	30,08	...
100	...	...	...	...	0,44	0,46	40,5	...
126	...	...	...	...	0,47	0,49	55,2	...
160	...	...	...	...	0,52	0,55	75,8	...
200	...	...	...	...	0,58	0,61	102,2	...
250	...	...	...	...	...	...	137,5	...
315	...	...	...	...	...	...	187,1	...
400	...	...	...	...	...	...	258	...
500	...	...	...	...	...	...	347	...
620	...	...	...	...	...	...	462	...
800	...	...	...	...	...	...	649	...

<sup>A</sup>Untuk konversi dari kilogram-force ke newton, kali dengan 9,806.

<sup>A</sup>To convert from kilograms-force to newtons, multiply by 9,806.

## 10 Perhitungan dan pelaporan

10.1 Beban terkoreksi—Hitung dan catat (Tabel 1, kolom 5) untuk setiap aplikasi beban antara beban terakhir *nonseizure* dan titik las dengan rumus :

Beban terkoreksi, kgf =  $LD_h/X$

keterangan :

L = beban terpasang, kgf, adalah total beban yang diaplikasikan (piring beban dan beban) dikalikan dengan perbandingan lengan-tuas,

$D_h$  = scar diameter Hertz, mm

X = rata-rata scar diameter, mm.

10.2 *Load-Wear Index* (Lihat Catatan 6)—Hitung dan catat *Load Wear Index* (sebelumnya disebut *Mean-Hertz Load*) dalam kilogram-force menggunakan persamaan :

*Load - Wear Index*, kgf =  $A/10$

keterangan:

A = jumlah beban terkoreksi yang ditetapkan untuk sepuluh aplikasi beban sebelum titik las. (CATATAN 7).

**CATATAN 6** Metode perhitungan telah diubah pada 1982. Untuk pelumas dengan titik las 400

## 10 Calculations and reports

10.1 *Corrected Load*—Calculate and record (Table 1, Column 5) for each applied load between the last *nonseizure* load and weld point using the equation:

Corrected load, kgf =  $LD_h/X$

where:

L = applied load, kgf, that is, total weight applied (tray and weights) multiplied by lever arm ratio,

$D_h$  = Hertz scar diameter, mm, and

X = average scar diameter, mm.

10.2 *Load-Wear Index* (See Note 6)—Calculate and report the *Load-Wear Index* (formerly *Mean-Hertz Load*) in kilograms-force using the equation:

*Load - Wear Index*, kgf =  $A/10$

where:

A = sum of the corrected loads determined for the ten applied loads immediately preceding the weld point (Note 7).

**NOTE 6** The method of calculation was amended in 1982. For a lubricant with a weld





kg atau kurang, metode perhitungan *Load Wear Index* lama sama dengan yang saat ini digunakan.

**CATATAN 7** Jika pengujian pelumas menunjukkan mengikuti garis kompensasi, maka A dapat ditentukan sebagai :

A = jumlah beban terkoreksi ditambah beban terkoreksi dari garis kompensasi, untuk sepuluh aplikasi beban sebelum titik las.

Untuk lebih memudahkan, Tabel 2 telah dibuat untuk memberikan beban terkoreksi dari garis kompensasi untuk setiap bagian garis kompensasi. Nilai ini diperoleh dengan mencatat titik potong dari *last nonseizure load* dan nilai beban las. Sebagai contoh: *last nonseizure load* sebuah pelumas diketahui 490 N (50 kgf). Dibuat kurva bagian kerusakan dengan beban 618, 784, 981, 1236 dan 1569 N (63, 80, 100, 126 dan 160 kgf) dengan titik las 1961 N (200 kgf). Tabel 2 mencatat nilai pada garis potong dari 490 dan 1961 N (50 dan 200 kgf) adalah 1456 N (148,6 kgf). Nilai ini adalah beban terkoreksi dari garis kompensasi, diperoleh dengan mengoreksi beban 490, 392, 314, 235 dan 196 N (50, 40, 32, 24 dan 20 kgf) menggunakan *scar diameter* dari garis kompensasi. Ini memenuhi definisi *Load-Wear Index*, bahwa dari 12 pengujian, pengujian ke-11 menyebabkan *welding* pada bola uji dan yang ke-12 untuk membuktikan titik las. Jika pengujian yang dilakukan terhadap pelumas menunjukkan *wear scar* tidak mengikuti garis kompensasi, maka Tabel 2 tidak dapat digunakan dan harus dilakukan penetapan sesungguhnya untuk sepuluh aplikasi beban sebelum titik las.

**10.3 Titik las**— Laporkan titik las yang telah diverifikasi seperti pada Subpasal 9.12.

**10.4 Last Nonseizure Load**—laporkan *Last nonseizure load* (LNSL) ditentukan pada subpasal 9.10.

point of 400 kg or less the Load Wear Index is the same with the old and the present method of calculation.

**NOTE 7** If tests applied to the lubricant indicate it follows the compensation line, then A may be defined as:

A = sum of corrected loads plus compensation line corrected loads, for the ten applied loads immediately preceding the weld point.

For convenience, Table 2 has been constructed to give the compensation line corrected load for any portion of the compensation line. This value is obtained by noting the intersection of the last nonseizure load and weld load values. For example: the last nonseizure load of a lubricant was found to be 490 N (50 kgf). Subsequent runs in the seizure portion of the curve were made at 618, 784, 981, 1236, and 1569-N (63, 80, 100, 126, and 160-kgf) loads with weld-point found to be 1961 N (200 kgf). Table 2 notes the value at intersection of 490 and 1961 N (50 and 200 kgf) to be 1456 N (148,6 kgf). This value, the compensation line corrected load, was obtained by correcting loads of 490, 392, 314, 235, and 196 N (50, 40, 32, 24, and 20 kgf) using compensation line scar diameters. This fulfills the definition of Load-Wear Index, that a total of twelve runs be made, the eleventh run causing welding of the test balls and the twelfth to verify the weld point. If the tests applied to the lubricant indicate the wear scars do not follow the compensation line, then Table 2 cannot be applied and actual determinations must be made for all ten applied loads preceding the weld point.

**10.3 Weld point**—Report the verified weld point as found in 9.12.

**10.4 Last Nonseizure Load**—Report the last nonseizure load (LNSL) as determine in 9.10.



## 11 Presisi dan bias<sup>7</sup>

11.1 Presisi dari metode uji ini yang ditentukan secara statistik dari hasil pengujian antar laboratorium adalah sebagai berikut:

11.1.1 *Load Wear Index* (dahulu *Mean-Hertz Load*):

11.1.1.1 *Repeatability* – Perbedaan antara dua hasil uji, yang diperoleh dari operator yang sama, dengan peralatan yang sama, pada kondisi operasi yang tetap dengan material uji yang sama, dalam jumlah pengujian yang banyak, dalam operasi yang normal dan benar dari metode uji, yang melebihi nilai berikut hanya satu dalam dua puluh kasus :

$$0,14(\bar{X}) \quad (4)$$

keterangan:

$\bar{X}$  = rata-rata dari dua hasil uji.

11.1.1.2 *Reproducibility* - Perbedaan antara dua hasil uji tunggal dan independen, yang diperoleh dari operator yang berbeda, bekerja dalam laboratorium yang berbeda, dengan material uji yang sama, dalam jumlah pengujian yang banyak, dalam operasi yang normal dan benar dari metode uji, yang melebihi nilai berikut hanya satu dalam dua puluh kasus :

$$0,44(\bar{X}) \quad (5)$$

keterangan:

$\bar{X}$  = rata-rata dari dua hasil uji.

**CATATAN 8** Ada delapan laboratorium yang berpartisipasi pada *round robin*. Pengolahan data statistik berdasarkan program ISO 4259.

<sup>7</sup> Data pendukung di *file* di kantor pusat ASTM Internasional dan dapat diperoleh dengan meminta Laporan Penelitian RR:D02-1182.

## 11 Precision and bias<sup>7</sup>

11.1 The precision of this test method as determined by statistical examination of interlaboratory results is as follows:

11.1.1 *Load Wear Index* (Formerly *Mean-Hertz Load*):

11.1.1.1 *Repeatability*—The difference between two test results, obtained by the same operator with the same apparatus under constant operating conditions on identical test material, would in the long run, in the normal and correct operation of the test method, exceed the following values only in one case in twenty:

$$0,14(\bar{X}) \quad (4)$$

where:

$\bar{X}$  = average of two test results.

11.1.1.2 *Reproducibility*—The difference between two single and independent results obtained by different operators working in different laboratories on identical test material would, in the long run, in the normal and correct operation of the test method, exceed the following values only in one case in twenty:

$$0,44(\bar{X}) \quad (5)$$

where:

$\bar{X}$  = average of the two test results.

**NOTE 8** There were eight laboratories that participated in the round robin. Statistics were derived in accordance with the ISO 4259 Precision Program.

<sup>7</sup> Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR:D02-1182.



**Table 2 - Total garis kompensasi beban terkoreksi**  
**Tabel 2 - Total of compensation line corrected load**

Last Non-seizure Load, kgf <sup>A</sup>	Weld Load kgf										
	800	620	500	400	315	250	200	160	126	100	80
200	583	639	684	720	749	770					
160	410	466	511	547	576	597	615				
126	269,8	325,8	370,5	407	435	457	474	489			
100	159,7	215,8	260,5	296,7	325,3	346,9	364,4	378	390		
80	71,6	127,7	172,4	208,6	237,2	258,2	276,3	290	302	311,0	
63		56,1	100,8	137,0	165,6	187,1	204,7	218,8	230,4	239,3	246,7
50			44,7	80,9	109,5	131,0	148,6	162,7	174,3	183,2	190,6
40				36,2	64,8	86,4	103,9	118,0	129,6	138,6	145,9
32					28,6	20,2	67,7	81,8	93,4	102,4	109,7
24						21,6	39,1	53,2	64,8	73,8	81,1
20							17,6	31,6	43,2	52,2	59,5
16								14,1	25,7	34,6	42,0
13									11,6	20,6	27,9
10										9,0	16,3
8											7,4

<sup>A</sup>Untuk konversi dari kilogram-force ke newton, kali dengan 9,806.

<sup>A</sup>To convert from kilograms-force to newtons, multiply by 9,806.

11.1.2 Titik las – Data presisi ditetapkan dari percontoh yang mempunyai titik las sampai maksimal 6 080 N (620 kgf).

11.1.2 Weld point—Precision data were determined on samples having weld points up to a maximum of 6 080 N (620 kgf).

**CATATAN 9** Saat ini tidak tersedia data yang presisi tentang minyak lumas dengan titik las yang lebih tinggi.

**NOTE 9** No precision data are currently available for higher weld point lubricants.

11.1.2.1 *Repeatability* – Perbedaan antara dua hasil uji, yang diperoleh dari operator yang sama, dengan peralatan yang sama, pada kondisi operasi yang tetap, dengan material uji yang sama, dalam jumlah pengujian yang banyak, dalam operasi yang normal dan benar dari metode uji, yang melebihi satu kenaikan beban hanya satu dalam dua puluh kasus.

11.1.2.1 *Repeatability*—The difference between two tests results, obtained by the same operator with the same apparatus under constant operating conditions on identical test material, would in the long run, in the normal and correct operation of the test method, exceed one increment loading only in one case in twenty.

11.1.2.2 *Reproducibility* – Perbedaan antara dua hasil uji tunggal dan independen, yang diperoleh dari operator yang berbeda, bekerja dalam laboratorium yang berbeda, dengan material uji yang sama, dalam jumlah pengujian yang banyak, dalam operasi yang normal dan benar dari metode uji, yang melebihi satu kenaikan beban hanya satu dalam dua puluh kasus.

11.1.2.2 *Reproducibility*—The difference between two single and independent results obtained by different operators working in different laboratories on identical test material would, in the long run, in the normal and correct operation of the test method, exceed one increment loading only in one case in twenty.



## 11.2 Last Non-Seizure Load:

Repeatability = 0,35 ( $\bar{X}$ )  
Reproducibility = 0,78( $\bar{X}$ )

keterangan:

$\bar{X}$  = rata-rata dari dua hasil uji.

11.3 Bias—Prosedur dalam metode uji ini tidak mempunyai *bias* karena nilai tekanan ekstrim dapat ditentukan hanya dalam istilah dari metode uji.

## 12 Kata kunci

12.1 tekanan ekstrim, *four-ball EP*, gemuk, garis Hertz, *load-wear index*, gemuk lumas, titik las

## 11.2 Last Non-Seizure Load:

(6) Repeatability = 0,35 ( $\bar{X}$ ) (6)  
(7) Reproducibility = 0,78( $\bar{X}$ ) (7)

where:

$\bar{X}$  = average of the two test results.

11.3 Bias—The procedure in this test method has no bias because the value of extreme-pressure can be defined only in terms of a test method.

## 12 Keywords

12.1 extreme pressure; four-ball EP; grease; Hertz line; load-wear index; lubricating grease; weld point

## Ringkasan perubahan

Subkomite D02.G0 telah mengidentifikasi lokasi perubahan yang dipilih dalam standar ini sejak terbitan terakhir (D2596-10<sup>e1</sup>) yang dapat mempengaruhi penggunaan standar ini (Disetujui 1 Oktober 2014)

(1) Tambahan subpasal baru 10.4.

## Summary of changes

Subcommittee D02.G0 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (D2596-10<sup>e1</sup>) that may impact the use of this standard. (Approved Oct.1, 2014)

(1) Added new subsection 10.4.